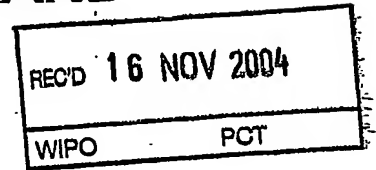
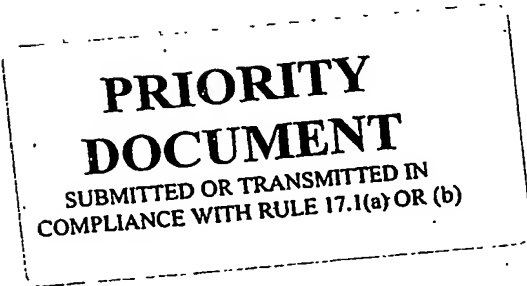


BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 103 48 689.5

Anmeldetag: 16. Oktober 2003

Anmelder/Inhaber: Saurer GmbH & Co KG,
41069 Mönchengladbach/DE

Bezeichnung: Verfahren zum Herstellen eines
Effektgames

IPC: D 02 G, D 01 H

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 21. Oktober 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Kehle

Beschreibung:

Verfahren zum Herstellen eines Effektgarnes

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines Effektgarnes gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Als Effektgarn wird ein Garn bezeichnet, in dem Dickstellen mit vorgegebenen größeren Durchmessern und mit vorgegebenen Längen, die so genannten Effekte, vorhanden sind. Die dazwischen liegenden Garnabschnitte mit geringerem Durchmesser, das heißt, die effektfreien Abschnitte, werden als Stege bezeichnet. Effektgarne gewinnen zunehmend an Bedeutung. Anwendungsgebiete sind beispielsweise Jeansstoffe, Stoffe für Freizeitkleidung und Heimtextilien.

Auch auf Rotorspinnmaschinen lassen sich Effektgarne herstellen. Dabei wird beispielsweise die Faserzufuhr zur Auflösewalze der Rotorspinnereinrichtung verändert, indem die Drehzahl der Einzugswalzen variiert wird. Hierzu werden mechanische Getriebe angesteuert, die maschinenlange durchgehende Wellen antreiben. Mittels dieser Wellen werden die Einzugswalzen in Rotation versetzt. Durch die große Masse der bewegten Teile eines derartigen Antriebssystems und das Getriebespiel ist jedoch eine exakte und sprunghafte Veränderung der Garndicke zu Beginn und Ende eines Effektes nicht oder nur schwer erzielbar. Die Geschwindigkeit beim Spinnen von Effektgarn muss gegebenenfalls gegenüber der Geschwindigkeit beim Spinnen von effektfreiem Garn stark herabgesetzt werden.

DS Ha
Datum: 15. Oktober 2003
WS 2240

Die DE 44 04 503 A1 beschreibt eine Rotorspinnmaschine, bei der jede Einzugswalze mit ihrer Antriebswelle direkt mit einem zugeordneten Schrittmotor verbunden ist. Jeder Schrittmotor ist über eine Ansteuereinheit ansteuerbar. Mit einem Zufallsgenerator können zufällige Geschwindigkeitsänderungen des Faserbandedezuges erzeugt werden. Ein Effektgarn mit vorgegebenen Effekten lässt sich mit dieser bekannten Rotorspinnmaschine nicht herstellen.

Jedoch sind inzwischen Programme zur Steuerung der Rotorspinnmaschinen, insbesondere von deren Einzugszylinder, entwickelt worden, mit denen Effekte zielgerichtet eingestellt werden können

Es ist bekannt, die Effektdaten einmal hergestellter Effektgarne zu speichern, um ein Garn mit den gleichen Effekten zu einem späteren Zeitpunkt erneut herstellen zu können. Liegt jedoch ein Effektgarn vor, welches beispielsweise mit einer Ringspinnmaschine hergestellt wurde, nun aber auf einer Rotorspinnmaschine mit weitgehend ähnlicher Effektausprägung hergestellt werden soll, lassen sich die vorhandenen Effekt- und Einstelldaten nicht unmittelbar übertragen. Noch problematischer ist es, wenn die Daten nicht oder nicht mehr vorhanden sind.

Zu den Effektdaten gehören insbesondere die Effektlängen, Effektdurchmesser, die Effekthäufigkeit und die jeweils effektfreie Fadenlänge oder Steglänge.

DS Ha
Datum: 15. Oktober 2003
WS 2240

Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren vorzuschlagen, das die Reproduzierbarkeit eines einmal hergestellten Effektgarnes ermöglicht.

Diese Aufgabe wird mit einem Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung ist Gegenstand der Unteransprüche.

Durch das erfindungsgemäße Verfahren werden für die erneute Herstellung eines Effektgarnes alle wesentlichen Daten erfasst und in eine Form gebracht, die es ermöglicht, das vorgelegte Garn auch auf einer Rotorspinnmaschine zu erzeugen, wobei im Wesentlichen die Effektstruktur wieder erkennbar ist.

Wird eine Kontrolle des erzielten Effektes gemäß Anspruch 2 durchgeführt, kann ein Abgleich solange erfolgen, bis eine hinreichende Übereinstimmung zu dem Vorlagegarn erreicht ist. Das heißt, es ist gemäß vorliegender Erfindung möglich, in mehreren Zyklen das Ergebnis der jeweiligen Veränderung von Parametern zu überprüfen und erneut eine Veränderung einzuleiten. Auf diese Weise kann ein Garn erzeugt werden, welches dem Vorlagegarn sehr ähnlich ist. Die Überprüfung der Übereinstimmung kann jeweils entweder durch statistische Erfassung, insbesondere tabellarische Erfassung der Effekte, das heißt, ihrer Dicke, Länge und Verteilung oder auch ihrer visuellen Darstellung, wie sie zum Beispiel mittels des Systems Oasys® der Firma Zweigle bekannt ist, erfolgen. Im einfachsten Fall können die Garne direkt visuell verglichen werden.

DS Ha
Datum: 15. Oktober 2003
WS 2240

Bei der Anpassung an das Vorlagegarn sind auch die maschinenspezifischen Daten neben den reinen Effektdaten von Bedeutung. So kann durch die Veränderung des Drehungsbeiwertes die Dicke des Garnabschnittes verändert werden. Die den Effekt beeinflussende Auskämmlleistung der Auflösewalze wird sowohl durch die Art der Garnitur als auch durch die Umfangsgeschwindigkeit der Auflösewalze bestimmt.

Durch Speichern der Daten gemäß Anspruch 3 nach dem Abgleich ist das erneute Herstellen dieses Garnes jederzeit wieder möglich, wobei die Reproduzierbarkeit sehr gut ist.

Gemäß Ansprüchen 4 und 5 enthalten die gespeicherten Daten auch die maschinenspezifischen Parameter. Die der Rotorspinnmaschine dann wieder zuzuführenden Daten sind für verschiedene Steuereinrichtungen wirksam. Dementsprechend enthalten die Daten Adressen von Steuereinrichtungen, für die sie bestimmt sind. Dies führt beim Download zur bestimmungsgemäßen Zuordnung der Daten.

Dabei sind auch Daten eingeschlossen, die lediglich an einem Display der zentralen Steuereinrichtung zur Anzeige gebracht werden. Dies betrifft insbesondere Daten, die nicht von der Maschine selbst umgesetzt werden können. Beispielhaft sei die Auswahl der Spinnmittel genannt.

Gemäß Ansprüchen 6 bis 13 wird ein Verfahren für die Auswertung der gemessenen Garnwerte zur Bestimmung der Effekte beschrieben, wie sie in dem Vorlagegarn enthalten sind.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist anhand einer Rotorspinnmaschine erläutert.

Es zeigen:

- Fig. 1 eine Prinzipdarstellung einer Spinnstelle,
- Fig. 2 die Auflöseeinrichtung einer Spinnstelle in vereinfachter Prinzipdarstellung in Teilansicht,
- Fig. 3 eine Prinzipdarstellung der Steuerung insbesondere von Einzugswalzen einer Rotorspinnmaschine,
- Fig. 4 ein Effektgarn, das durch die Aneinanderreihung von Messwerten des Garndurchmessers dargestellt ist und
- Fig. 5 die Prinzipdarstellung eines Garneffektes.

Aus der Vielzahl der Spinnstellen einer Rotorspinnmaschine ist eine einzelne Spinnstelle 1 in Seitenansicht gezeigt. An der Spinnstelle 1 wird aus einer Faserbandkanne 2 ein Faserband 3 durch einen so genannten Verdichter 4 in die Spinnbox 5 der Rotorspinneinrichtung eingezogen. Die in der Spinnbox 5 angeordnete Einrichtung zum Vereinzeln der Fasern und deren Einspeisung in den Spinnrotor 6 sind aus dem Stand der Technik bekannt und deshalb nicht näher erläutert. Angedeutet ist der Antrieb des Spinnrotors 6, der aus einem längs der Maschine verlaufenden Riemen 7 besteht, mit dem alle Rotoren der an einer Längsseite der Spinnmaschine installierten Spinnstellen angetrieben werden. Alternativ sind allerdings auch Einzelantriebe der Rotoren möglich. Der Riemen 7 liegt auf dem Rotorscheft 8 des Spinnrotors 6 auf.

Im Spinnrotor 6 wird der Faden 9 gebildet, der durch das Fadenabzugsröhrchen 10 mittels der Abzugswalzen 11 abgezogen

DS Ha
Datum: 15. Oktober 2003
WS 2240

wird. Anschließend passiert der Faden 9 einen Sensor 12, den so genannten Reiniger, zur Qualitätsüberwachung des Fadens. Dem Sensor 12 ist eine Schneidvorrichtung 13 nachgeordnet, mit der beim Erkennen eines Garnfehlers das Garn durchtrennt werden kann. Von einem Fadenführer 14 wird der Faden 9 so geführt, dass er in Kreuzlagen auf eine Kreuzspule 15 aufgespult wird. Die Kreuzspule 15 wird von einem Spulenhalter 16 getragen, der am Maschinengestell schwenkbar gelagert ist. Die Kreuzspule 15 liegt mit ihrem Umfang auf der Spultrommel 17 auf und wird von dieser so angetrieben, dass der Faden 9 im Zusammenwirken mit dem Fadenführer 14 in Kreuzlagen aufgewickelt wird. Die Drehrichtungen der Kreuzspule 15 und der Spultrommel 17 sind durch Pfeile angedeutet. Der Sensor 12 und die Schneidvorrichtung 13 sind über die Leitungen 18 und 19 mit einer Steuerungseinheit 20 der Spulstelle verbunden. Die Steuerungseinheit 20 ist über die Leitung 21 mit einem Zentralrechner 22 der Rotorspinnmaschine verbunden. Der Schrittmotor 23 der Einzugswalzen ist über die Leitung 24 mit der Steuereinrichtung 25 verbunden.

Figur 2 zeigt Einzelheiten der Auflösung des Faserbandes 3 in Einzelfasern. Das durch den Verdichter 4 eingezogene Faserband 3 wird zwischen dem Klemmtisch 26 und der Einzugswalze 27 geklemmt und der schnell rotierenden Auflösewalze 28 vorgelegt. Die Einzugswalze 27 ist über die Antriebsverbindung 29 mit dem Schrittmotor 23 verbunden. Der Schrittmotor 23 ist über die Leitung 24 ansteuerbar. Die Drehrichtung der Auflösewalze 28 ist durch den Pfeil 30 angedeutet.

DS Ha
Datum: 15. Oktober 2003
WS 2240

Der prinzipielle Aufbau einer Einzugswalzensteuerung ist in Figur 3 schematisch dargestellt.

Zunächst wird das Vorlagegarn einer schematisch dargestellten Messeinrichtung 31 zugeführt, welche die gemessenen Durchmesser in Relation zur durchlaufenden Fadenlänge erfasst und diese Daten an eine Garngestaltungseinheit 32 übermittelt. Die Übermittlung wird durch den Pfeil 33 angedeutet. In der Garngestaltungseinheit 32 werden mittels einer Garngestaltungssoftware die für das Spinnen auf einer Rotorspinnmaschine erforderlichen Daten generiert. Diese Daten werden über den CAN-BUS 34 an eine Zentralsteuereinrichtung 35 der Rotorspinnmaschine übermittelt. Die Übermittlung kann auch alternativ mit transportablen Datenträgern, wie zum Beispiel einer Compact-Flash-Karte, erfolgen.

Die Zentralsteuereinrichtung 35 ist über die Datenleitung 36 mit dem Zentralrechner 22 verbunden.

Die Steuereinrichtung 25 umfasst die Steuerung von 24 Schrittmotoren 23 der jeweiligen Einzugswalzen 27 über eine Leitung 24. Alle 24 Spulstellen sind gleichartig aufgebaut. Auf die Steuereinrichtung 25 ist mittels einer Anschlussvorrichtung 39 eine Steuerungskarte 40 angeschlossen. Die für die Herstellung von Effektgarn erforderlichen Daten zur Steuerung der Schrittmotoren 23 werden über den Can-Bus 41 von der Zentralsteuereinrichtung 35 an die Steuerungskarte 40 übermittelt. Die Steuerungskarte 40 setzt zur Herstellung von Effektgarn die Daten über Dicke und Länge der Effekte und der Stege unter Anpassung an die übrigen Spinneinstellungen in Steuerdaten für die Schrittmotore 23 zur Erzeugung der Drehbewegung der Einzugswalzen 27 um.

DS Ha
Datum: 15. Oktober 2003
WS 2240

Über den Can-Bus 42 als Fortsetzung des Can-Busses 41 werden die für die Steuerung der Schrittmotoren der Einzugswalzen erforderlichen Daten an weitere nicht dargestellte Steuerungskarten, die an Steuereinrichtungen weiterer Abschnitte der Rotorspinnmaschine angeschlossen sind, übertragen. Eine der weiteren Steuereinrichtungen ist gestrichelt angedeutet. Die weiteren Steuereinrichtungen sind wie die Steuereinrichtung 25 aufgebaut, weisen eine gleiche Anschlussvorrichtung und eine angeschlossene gleiche Steuerungskarte auf. Jede weitere Steuereinrichtung steuert jeweils die Spinnstellen eines aus 24 Spinnstellen gebildeten Abschnitts der Rotorspinnmaschine.

Wird der Schrittmotor 23 so angesteuert, dass er schneller läuft, transportiert die Einzugswalze 27 mehr Fasermaterial zur Auflösewalze 28. Dies hat zur Folge, dass pro Zeiteinheit mehr Fasermaterial in den Rotor 6 gelangt und der gesponnene Faden dicker wird. Die Länge der Dickstelle ist abhängig von der Zeitdauer der erhöhten Faserzufuhr. Der Durchmesser der Dickstelle ist abhängig von der Geschwindigkeit des Schrittmotors 23 beziehungsweise der Einzugswalze 27.

Über die Leitung 43 wird vom Zentralrechner 22 ebenfalls die Steuereinrichtung 25 angesteuert, wobei über Steuerbefehle vorgegeben wird, ob die Steuereinrichtung 25 die Herstellung von Effektgarn oder die Herstellung von effektfreiem Garn steuert.

Durch einen der Sensoren 12 oder auch einen separaten Sensor, der hier nicht eingezeichnet ist, wird das frisch gesponnene Garn ausgemessen und die Messwerte an die Garngestaltungseinheit 32 übermittelt, die auch mit einem

DS Ha
Datum: 15. Oktober 2003
WS 2240

nicht dargestellten Display versehen ist, um das aktuelle Effektgarn wiederzugeben. Entspricht das Aussehen bzw. die statistische Beschreibung des frisch gesponnenen Garnes nicht dem Vorlagegarn, sind weitere Änderungen vorzunehmen. Diese Änderungen können sowohl in der Änderung der Effektparameter bestehen, die in der Garngestaltungseinheit eingegeben werden als auch in der Änderung von Maschinenparametern, die in der Regel am Zentralrechner 22 einzugeben sind. Dazu sind Steuerverbindungen 44 am Zentralrechner vorhanden, die beispielsweise zu einer Steuereinrichtung 45 für die Abzugswalzen 11 oder 46 für die Spinnrotoren 6 führen können, wobei die Steuereinrichtungen 45 und 46 beispielsweise durch Frequenzumrichter gebildet sind. Ein Display 47 am Zentralrechner zeigt auch die ausgewählten Spinnmittel an, die, wie bereits erwähnt, einen nicht unerheblichen Einfluss auf die Ausbildung der Effekte haben.

Fig. 4 zeigt die Darstellung des Effektgarnes als Aneinanderreihung von Messwerten. Effekte 48 und Stege 49 sind zwar erkennbar, doch sind Beginn und Ende der Effekte 48 sowie die Effektdicke bzw. der Effektdurchmesser D_E und die Stegdicke bzw. der Stegdurchmesser D_{ST} , nicht eindeutig und damit nicht ausreichend erkennbar.

Die Messeinrichtung 31 registriert den Garndurchmesser D jeweils nach 2 mm Garnlänge. Ein Takt repräsentiert eine Messlänge von 2 mm Garn. In der Darstellung der Fig. 5 ist der Garndurchmesser D in Prozent über die Garnlänge L_G als Kurve 10 dargestellt. Die Kurve 50 repräsentiert in der Darstellung der Fig. 5 von links beginnend bis zum Punkt 51 den Stegdurchmesser D_{ST} . Ab dem Punkt 51 steigt die Kurve 50 an und passiert am Punkt 52 den Wert des Grenzdurchmessers D_{GR} . Am

DS Ha
Datum: 15. Oktober 2003
WS 2240

Punkt 53 ist die vorbestimmte Garnlänge L_v seit Erreichen des Punktes 52 durchgelaufen. Nachdem am Punkt 52 eine Durchmesserzunahme von 15 % registriert wird und die Überschreitung des Grenzdurchmessers D_{GR} über die vorbestimmte Länge L_v z.B. sechs Takte bzw. 12 mm lang anhält, wird der Punkt 52 als Beginn des Effektes definiert. Die Kurve 50 unterschreitet den Grenzdurchmesser D_{GR} am Punkt 54. Die Unterschreitung hält bis zum Punkt 55 und somit über die vorbestimmte Garnlänge L_g an. Damit wird der Punkt 54 als Ende des Effektes definiert. Aus Beginn und Ende des Effektes zwischen Punkt 52 und Punkt 54 wird die Effektlänge L_E ermittelt. Aus den vier größten Durchmessern 56 innerhalb des Effektes wird ein arithmetischer Mittelwert gebildet. Dadurch ist die Angabe des Effektdurchmessers weitestgehend unabhängig von natürlichen Durchmesserchwankungen im Effektbereich. Als Effektdurchmesser D_E wird dieser arithmetische Mittelwert definiert.

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Herstellung eines Effektgarnes, welches einem vorliegenden Mustereffektgarn entspricht,

dadurch gekennzeichnet,

dass zunächst das Mustereffektgarn zum Einmessen durch eine Sensoreinrichtung geführt wird,

dass mittels der Sensoreinrichtung der Durchmesser des Mustereffektgarnes fortlaufend gemessen wird,

dass die Durchmessermesswerte ausgewertet werden und daraus die Effektausbildung des Mustereffektgarnes bestimmt wird,

dass die die Effektausbildung repräsentierenden Daten als Datensatz abgespeichert werden,

dass Spinneneinstellungen generiert werden, denen der abgespeicherte Datensatz zugrunde gelegt wird und

dass mit diesen Spinneneinstellungen ein Effektgarn hergestellt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das hergestellte Garn ebenfalls eingemessen wird, dass die Effektausbildung des hergestellten Garns bestimmt und mit der Effektausbildung des Mustereffektgarnes verglichen wird, dass die Spinneneinstellungen verändert werden, bis eine ausreichende Übereinstimmung zwischen der Effektausbildung des hergestellten Garns und der Effektausbildung des Mustereffektgarnes erreicht wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Datensatz zur Herstellung von Effektgarn nach erfolgtem

DS Ha
Datum: 15. Oktober 2003
WS 2240

Abgleich unter einer das Wiederauffinden gewährleistenden Kennzeichnung abgespeichert wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass neben den effektbezogenen Daten auch die maschinenbezogenen Daten, wie Rotordrehzahl, Auflösewalzendrehzahl und Auswahl der Spinnmittel auf einem Speichermedium abgelegt werden und dass die maschinenbezogenen Daten gemeinsam mit den effektbezogenen Daten den Steuereinrichtungen der Rotorspinnmaschine für die erneute Herstellung des Effektgarnes vorgelegt werden.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Daten mit Adressen versehen sind und an die jeweils für die entsprechenden Steueroperationen vorgesehenen Steuereinheiten (22, 45, 46) adressiert werden.

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Effektbereich dadurch bestimmt wird, dass der Beginn des Effektes durch Erfüllen eines ersten Kriteriums und dass das Ende des Effektes durch Erfüllen eines zweiten Kriteriums definiert wird, dass zwischen Beginn und Ende des Effektes eine festlegbare Anzahl größter Durchmesser ermittelt werden, dass aus den ermittelten Durchmessern ein Mittelwert gebildet wird, der als Durchmesser des Effektes festgelegt wird, und dass aus Beginn und Ende des Effektes die Effektlänge bestimmt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Stegdurchmesser D_{ST} ermittelt wird, um die relative Effektdicke zu bestimmen.
8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bestimmung des Stegdurchmessers D_{ST} zunächst ein arithmetischer Mittelwert des Garndurchmessers aus einer vorbestimmten Länge Garn als Referenzdurchmesser gebildet wird,
daß der Referenzdurchmesser von den Einzelwerten des Garndurchmessers subtrahiert wird,
und daß dann der Stegdurchmesser D_{ST} als arithmetischer Mittelwert aus allen negativen Werten gebildet wird, die benachbart zu anderen negativen Werten gemessen wurden.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6, 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Durchmesser D_E des Effektes als Mittelwert aus den vier größten Durchmessern zwischen Beginn und Ende des Effektes gebildet wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass als erstes Kriterium das Überschreiten eines Grenzdurchmessers D_{GR} gilt der um einen definierten Betrag größer ist als der Stegdurchmesser D_{ST} und dass das Überschreiten über eine vorbestimmte Garnlänge L_v andauert und dass als zweites Kriterium das Unterschreiten des Grenzdurchmessers D_{GR} gilt und das Unterschreiten über eine vorbestimmte Garnlänge L_g andauert.
11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Grenzdurchmesser D_{GR} 15 % größer ist als der

DS Ha
Datum: 15. Oktober 2003
WS 2240

Stegdurchmesser D_{ST} .

12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11 dadurch gekennzeichnet, dass die vorbestimmte Garnlänge dann als erreicht angenommen wird, wenn das Kriterium über 6 aufeinander folgende Messwerte erfüllt wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 12 dadurch gekennzeichnet, dass beim Messen des Garndurchmessers alle zwei Millimeter ein Messwert erfasst wird.

Zusammenfassung:

Verfahren zum Herstellen eines Effektgarnes

Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren vorzuschlagen, das die Reproduzierbarkeit eines einmal hergestellten Effektgarnes ermöglicht.

Gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren wird zunächst das Mustereffektgarn zum Einmessen durch eine Sensoreinrichtung geführt, mittels der Sensoreinrichtung der Durchmesser des Mustereffektgarnes fortlaufend gemessen, die Durchmesser messwerte ausgewertet und daraus die Effektausbildung des Mustereffektgarnes bestimmt.

Die die Effektausbildung repräsentierenden Daten werden als Datensatz abgespeichert, Spinneneinstellungen generiert, denen der abgespeicherte Datensatz zugrunde gelegt wird und mit diesen Spinneneinstellungen ein Effektgarn hergestellt.

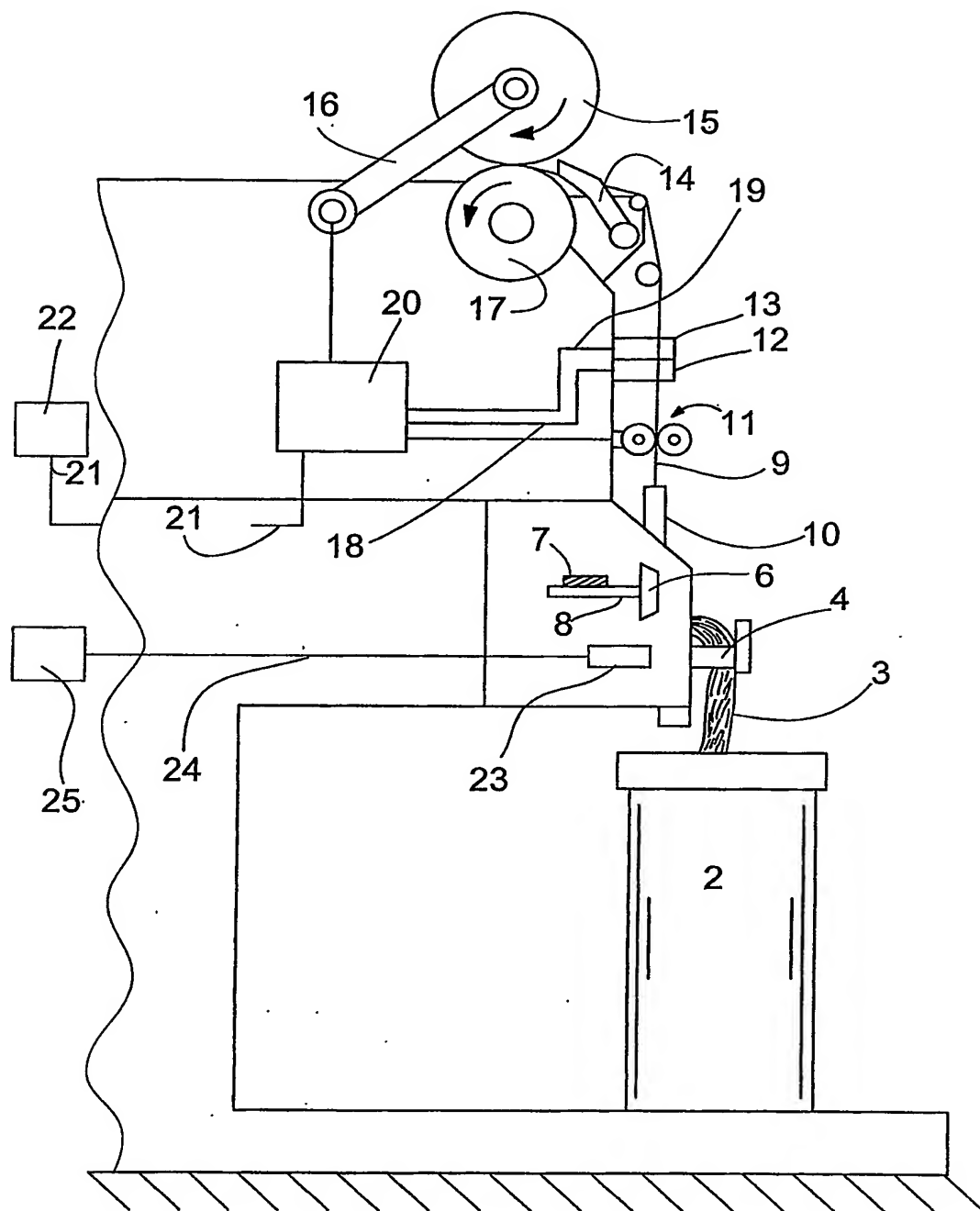


FIG. 1

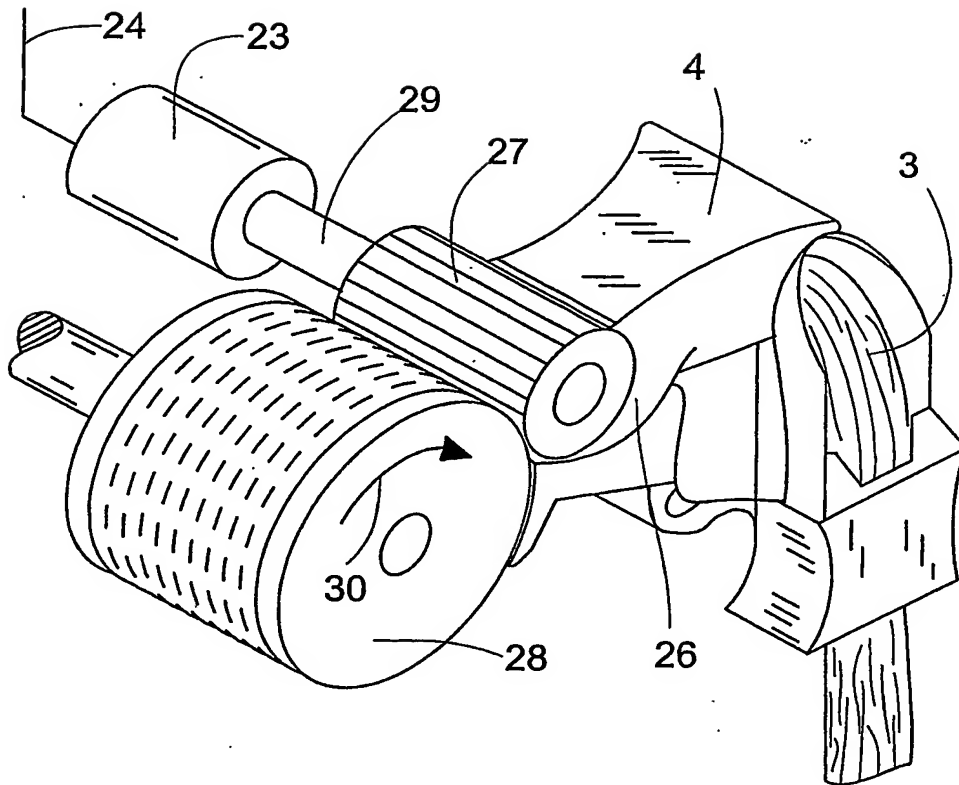
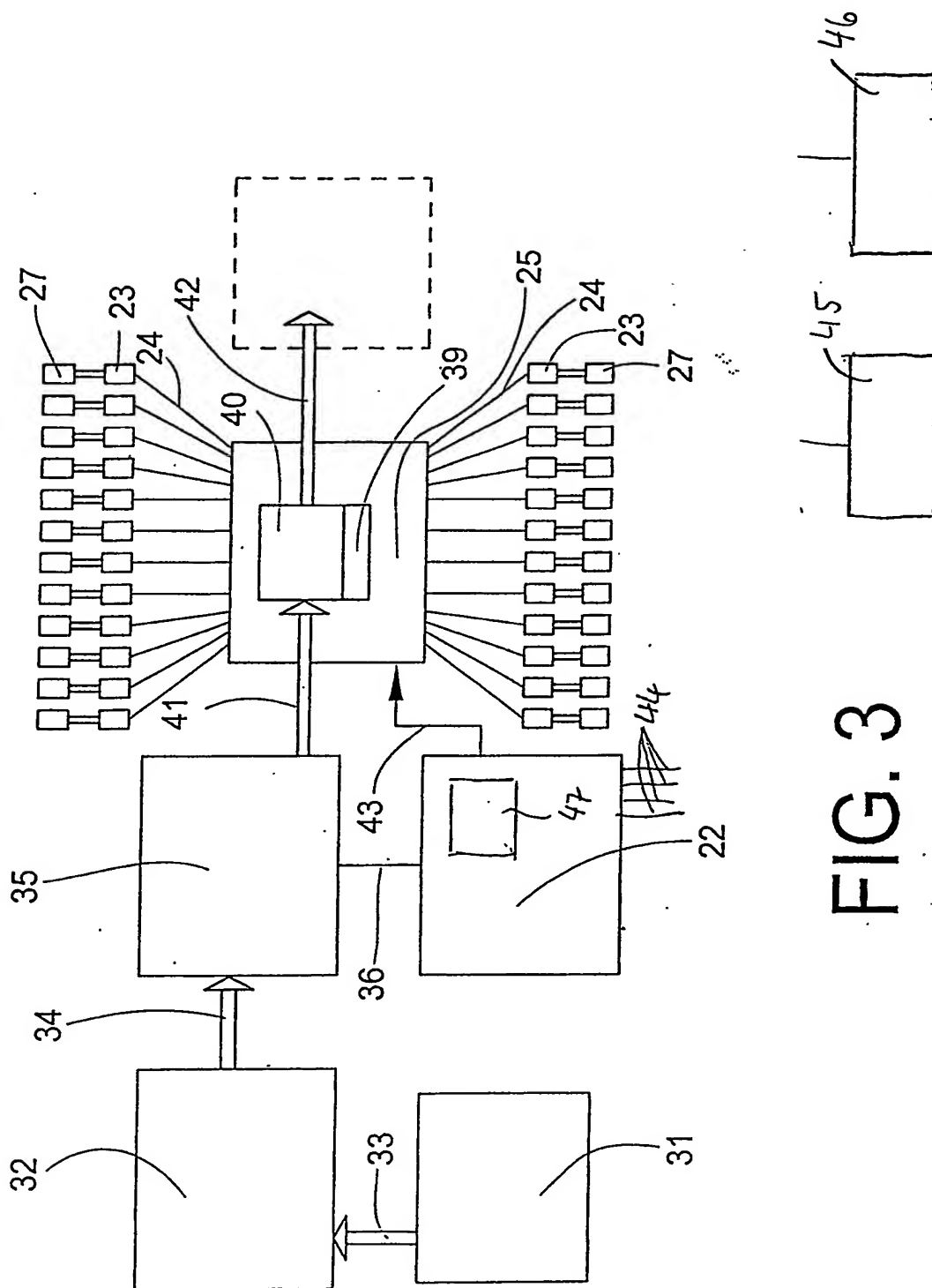


FIG. 2



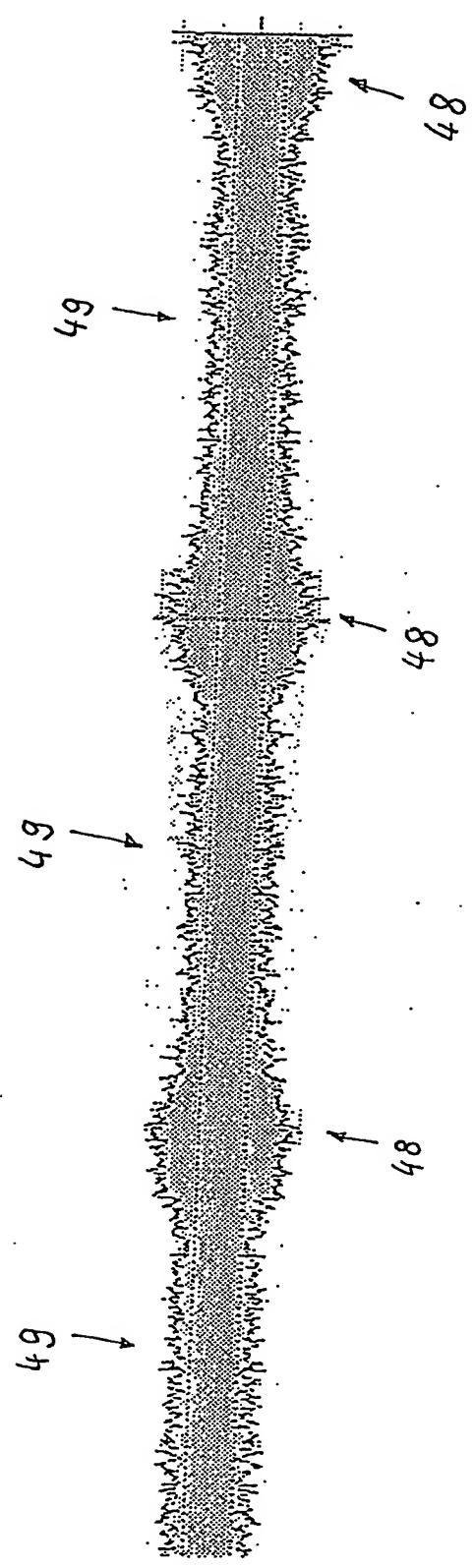


FIG. 4

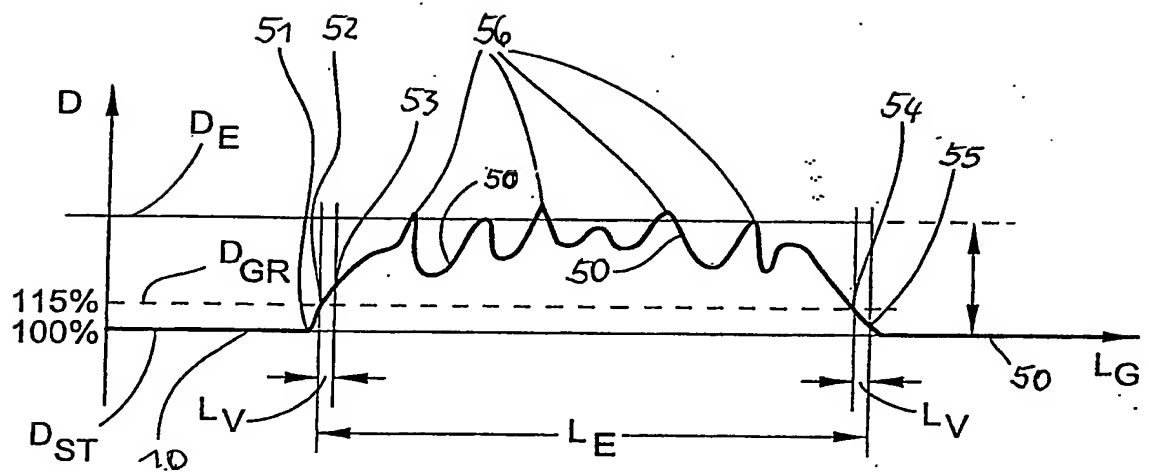


FIG. 5